

TAO中間赤外線装置について

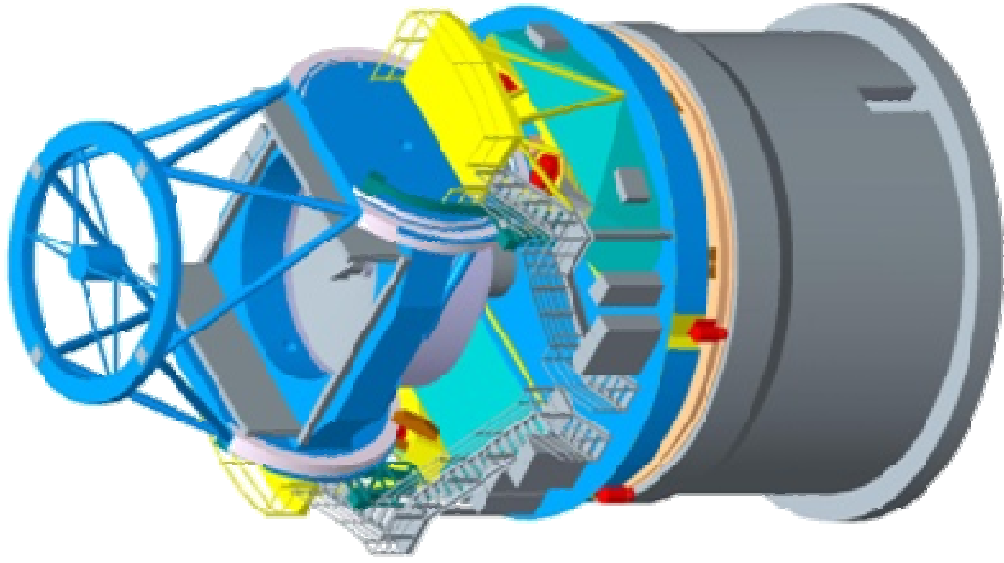


2009/07/24

TAO中間赤外線観測装置グループ



TAO計画とは



東京大学が中心となって進めている

南米チリ・アタカマ砂漠の

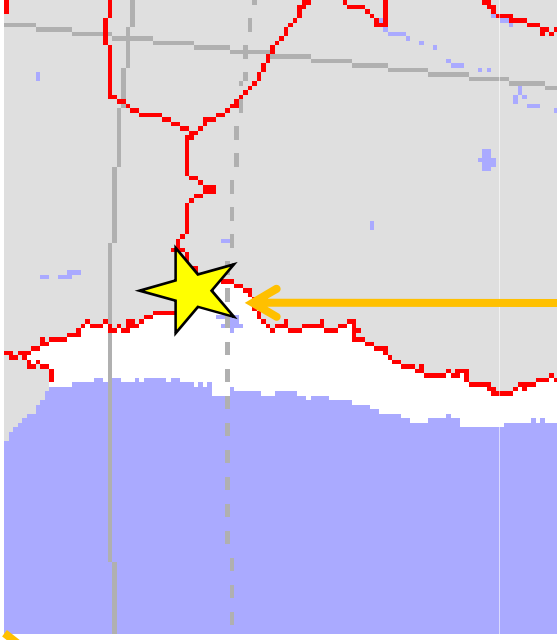
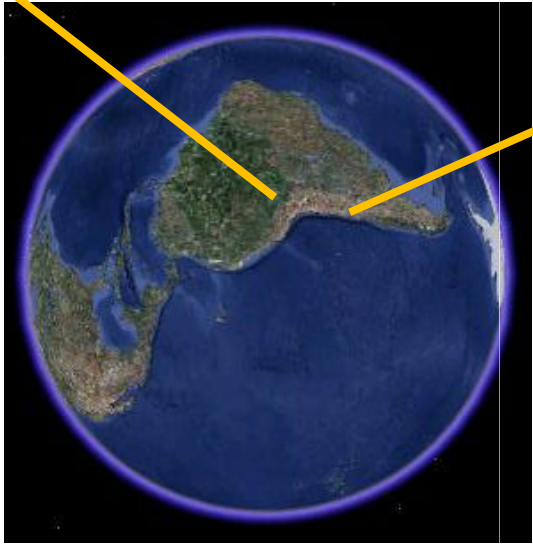
標高5,640mの地点に

口径6.5mの赤外線望遠鏡を建設する

計画



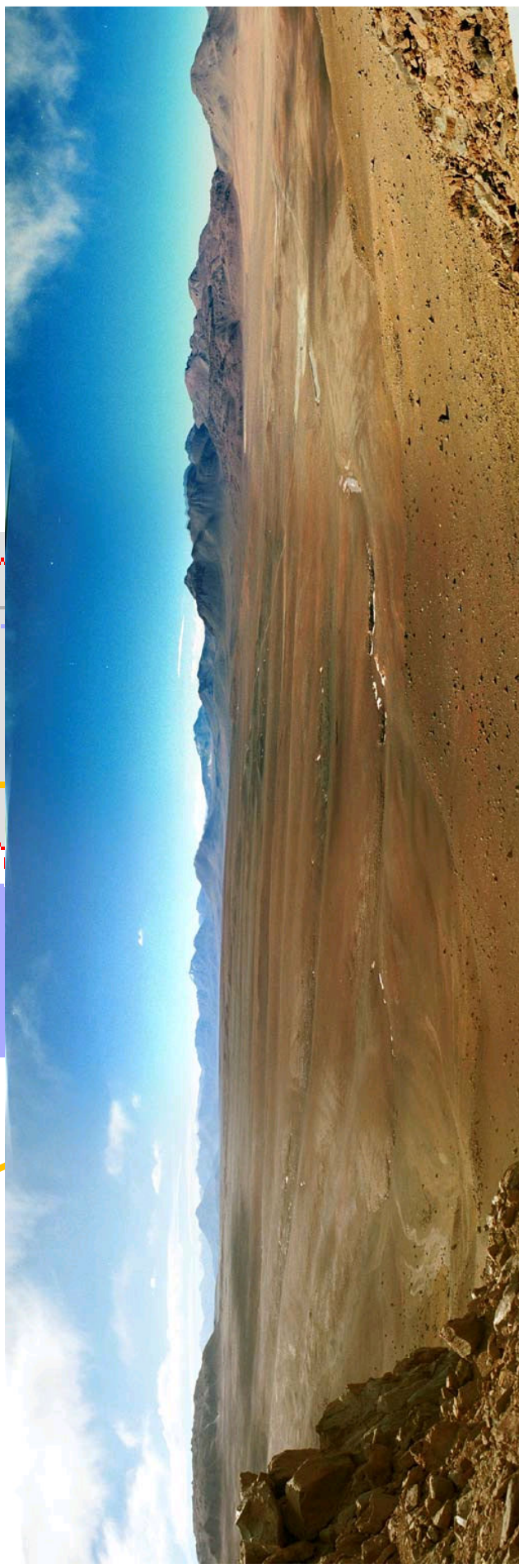
TAOの舞台：アタカマ砂漠



南米 チリ共和国 北部

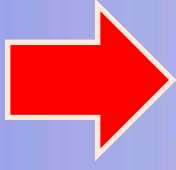
アタカマ砂漠

「世界でもっとも
乾いた場所」
のひとつ



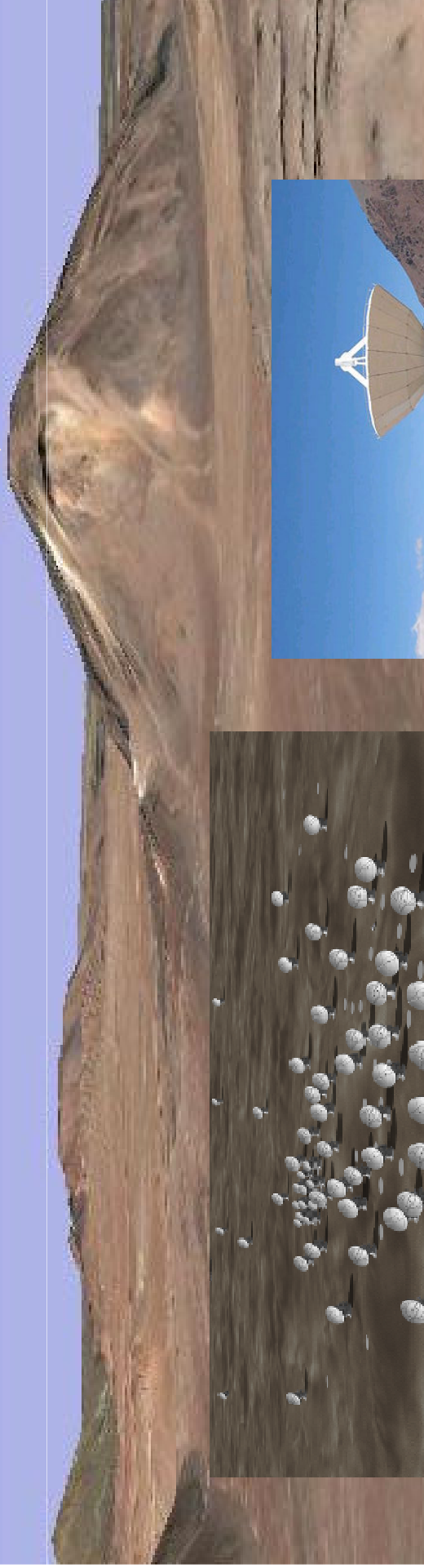


TAOの舞台：アタカマ砂漠



標高5,640m

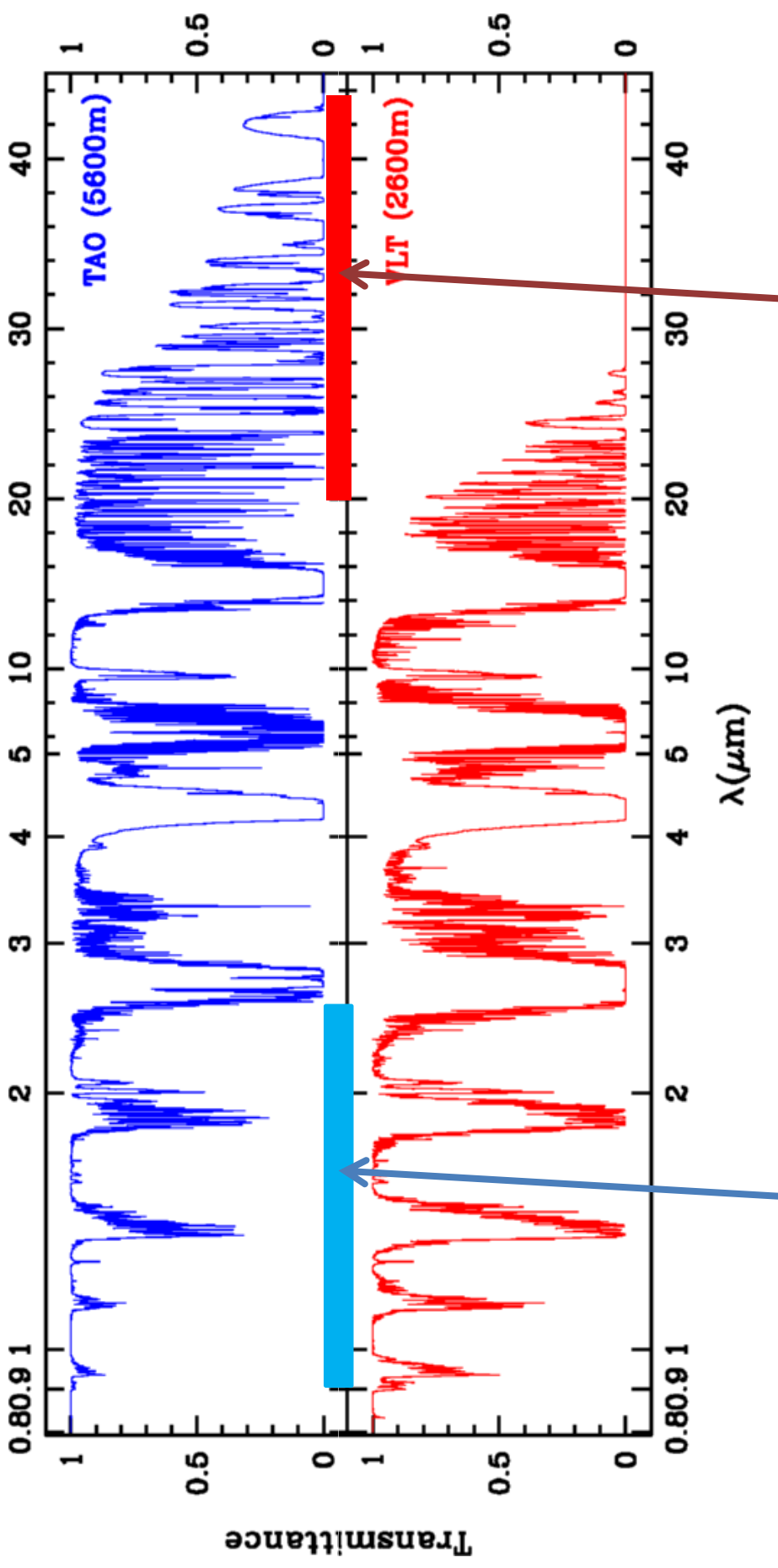
「世界でもっとも高い望遠鏡」





「世界最高高度」のメリット

標高5,640mの世界最高高度に設置することで、赤外域で高い大気透過率を達成



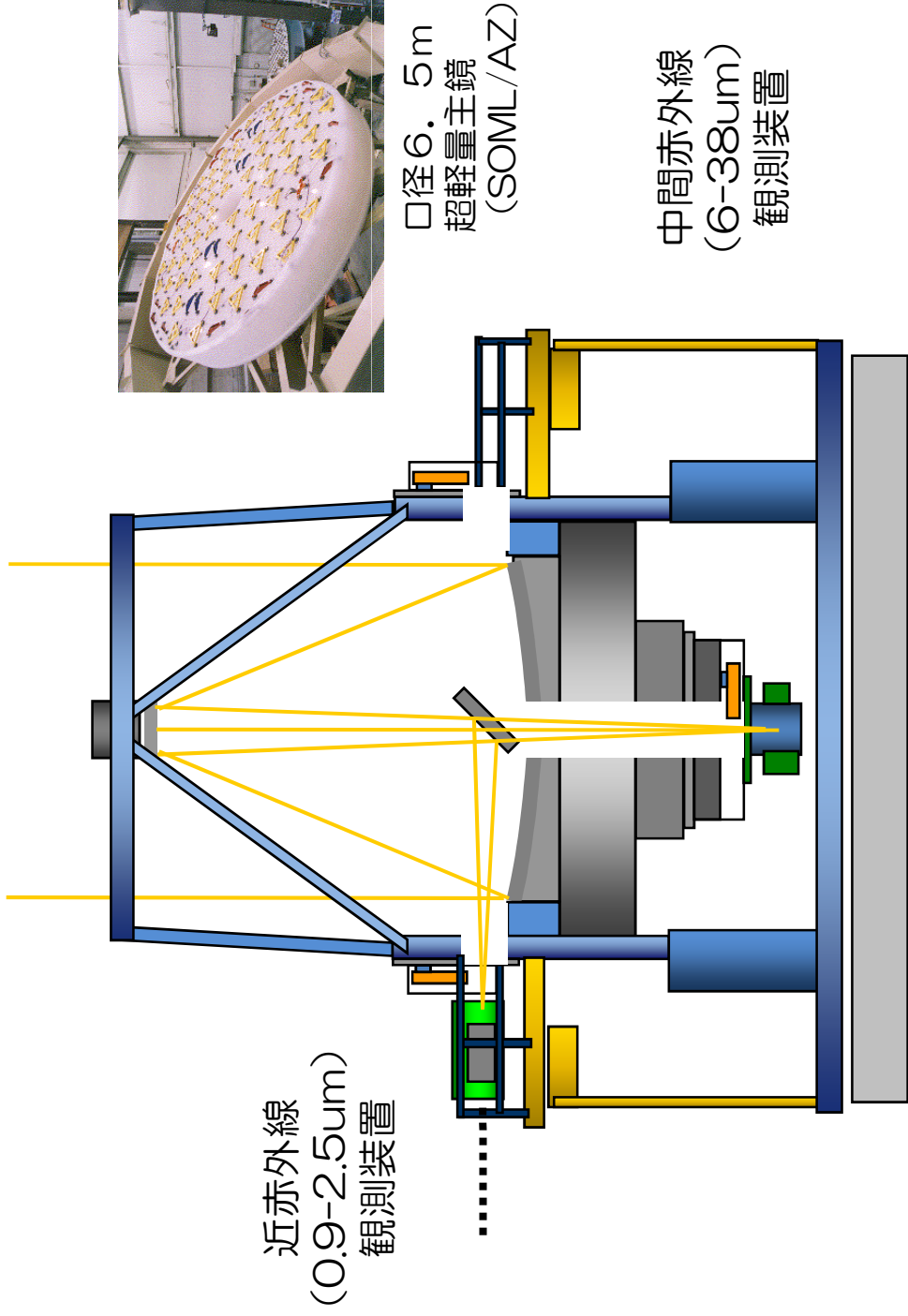
近赤外線で連続的な窓

中間赤外線に新しい窓



TAO計画とは

抜群の 대기環境を活かす 2つの装置を開発



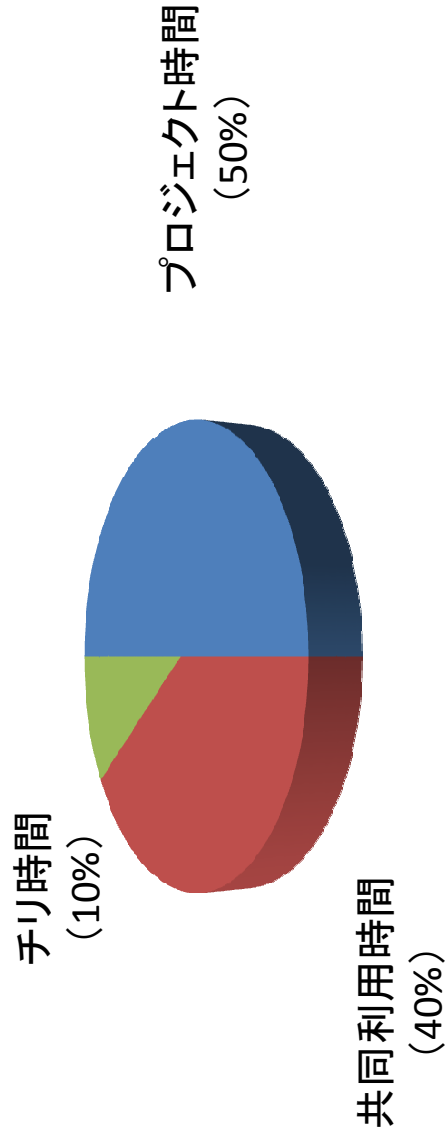


TAO計画とは

TAO計画は東京大学が中心となって進める計画だが

他大学・他機関にも協力、利用を呼びかけ

- ✓ **装置の共同開発**
相互利益になる形での協力関係を構築
- ✓ **共同利用観測**
共同利用の形で観測時間を広く公募（c.f. 木曾観測所）
すばる望遠鏡と共同の審査委員会も検討



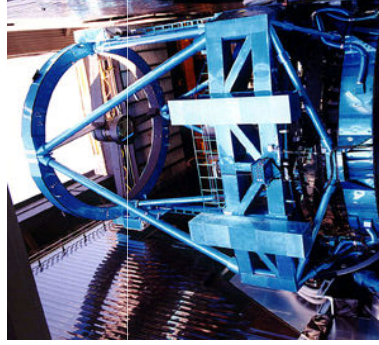


TAO計画とは

望遠鏡光学系をできるだけ合わせること、
TAOの観測装置はすばる望遠鏡でも利用が可能

すばる

8.2m可視赤外線望遠鏡



- 北天領域をカバー
- 多彩な観測テーマ

観測装置が互換

開発した観測装置は
TAOだけではなく
すばるでも利用可能

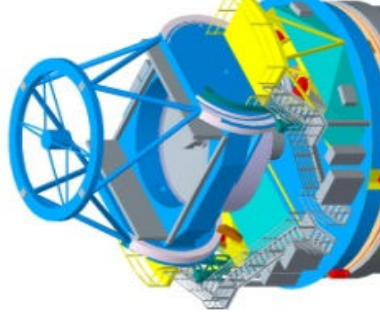
相乗効果

観測戦略を共有

観測時間審査を
共通化することで
効果的観測が実現

TAO

6.5m赤外線望遠鏡



- 南天領域をカバー
- 特徴ある観測に集中

現在検討中



TAOMIR装置のデザインコンセプト

TAO望遠鏡の特徴をできるだけ活かす ???

- ✓ 20 μ mより長い波長での高い大気透過率
地上で30 μ mが観測できるのはTAOしかない
- ✓ 比較的豊富な観測時間
これまで難しかったモニタ観測なども可能に
- ✓ 広い視野
望遠鏡としての視野はカセグレンでも ϕ 25arcmin
c.f. すばるカセグレン ϕ 6arcmin



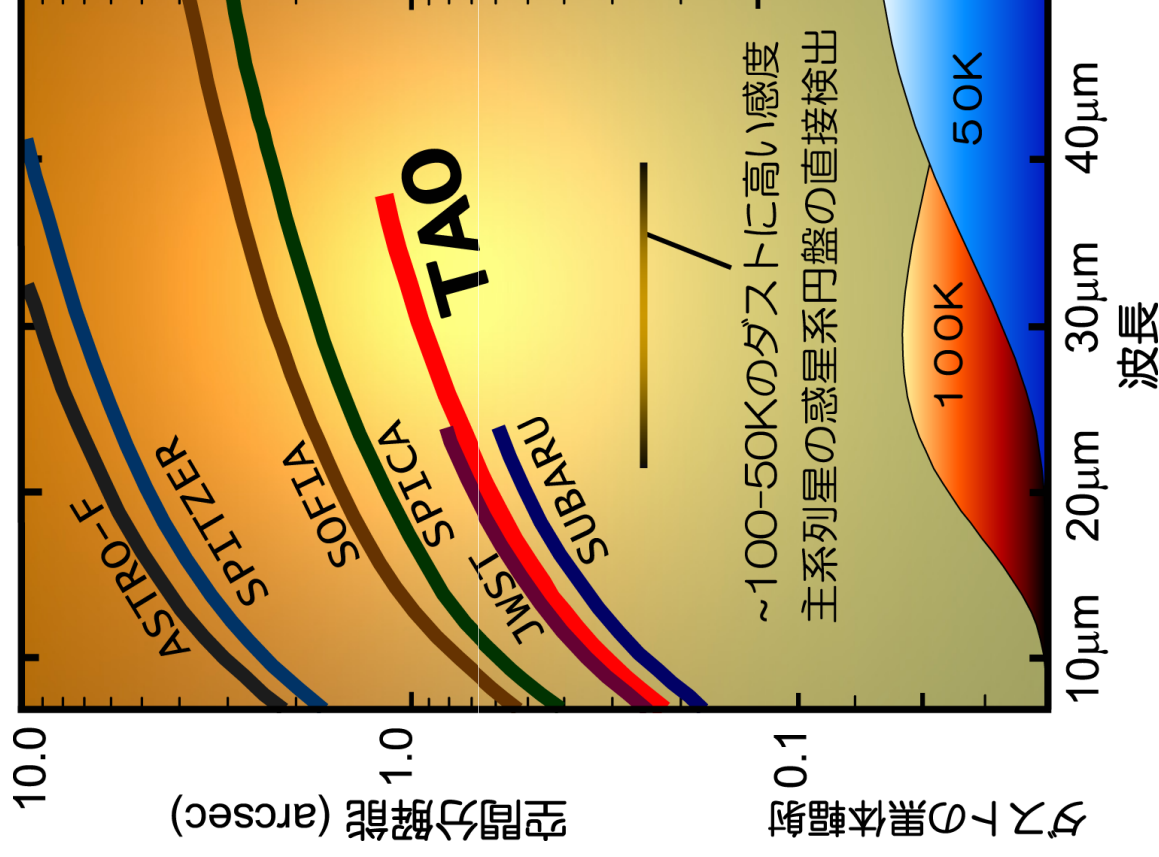
TAOMIR装置のメリット①

30um帯「高解像度」観測

地上大型望遠鏡の強み
= 空間分解能

30um帯で1arcsecの解像度が
達成できるのはTAOMIRのみ

各種プロジェクトでカバーする
波長と空間分解能の関係図。
25umよりも長波長を空間分解能
1arcsecでカバーできるのは
TAOしかない。

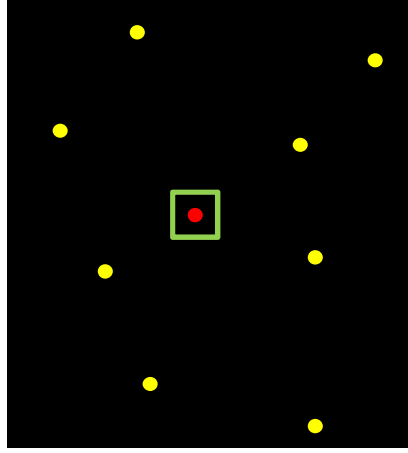




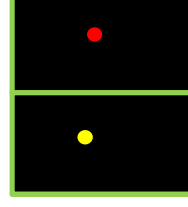
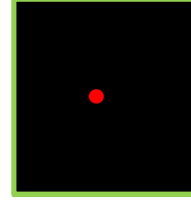
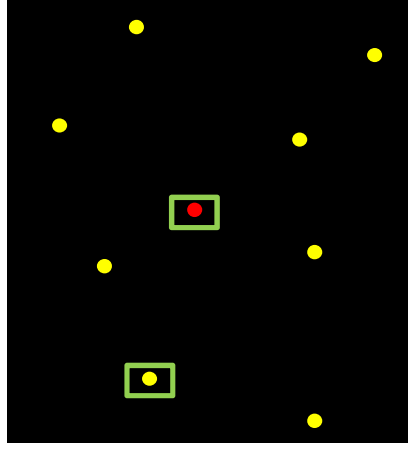
TAOMIR装置のメリット②

同時2視野観測による高精度相対測光

従来の装置による観測
視野が < 1 arcminしかないため、視野内に観測対象しか入らない



TAOMIRの同時2視野観測
 1 arcminの視野を2か所任意に選択できるので、2つの天体を同時に観測できる



中間赤外線ではなされていなかった「視野内相対測光」で測光精度を向上
(10%程度 → 数%)



TAOMIR装置のメリット②

同時2視野観測は可能なのか？

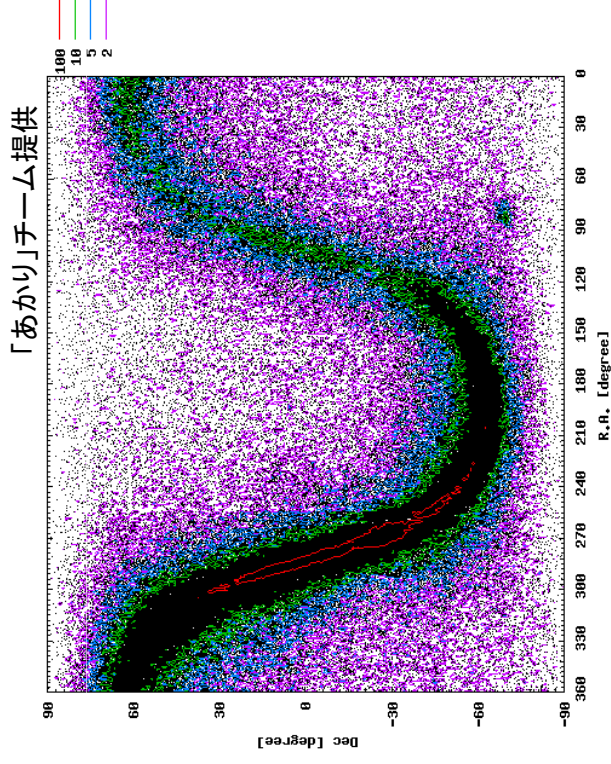
2つの天体が観測可能かをあかりMIR全天サーベイから見積もる

あかり9umデータ

50mJy以上の天体は約70万天体

そのうち、自分から半径12.5分以内に自分以外に1個以上天体がある確率 55%

視野	>50mJyの 対応天体あり	>300mJyの 対応天体あり
φ25'	55%	51%
φ12.5'	48%	39%
φ2.5'	23%	13%



あかり9umソースの>50%で対応天体を見つけることができる



TAOMIR装置のメリット②

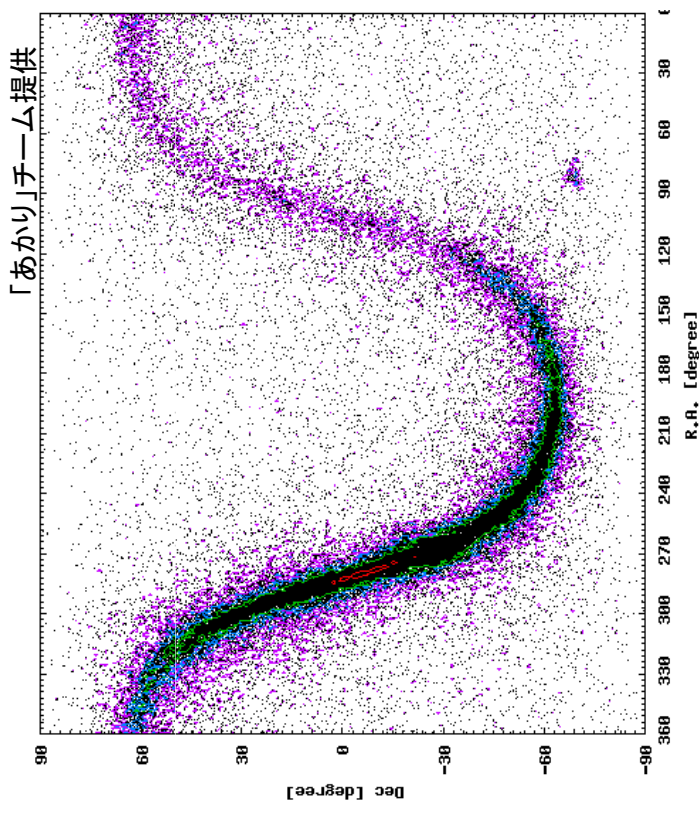
同時2視野観測は可能なのか？

あかり18umデータ

130mJy以上の天体は約16万天体

そのうち、自分から半径12.5分以内に自分以外に1個以上天体がある確率 50%

視野	>130mJyの 対応天体あり	>1000mJyの 対応天体あり
φ25'	50%	41%
φ12.5'	41%	35%
φ2.5'	15%	0.3%



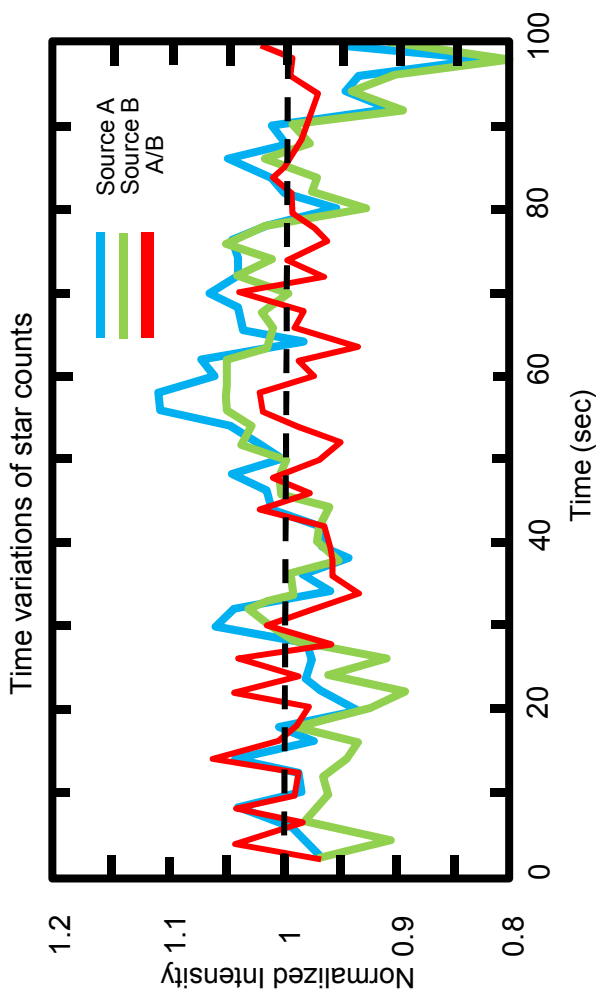
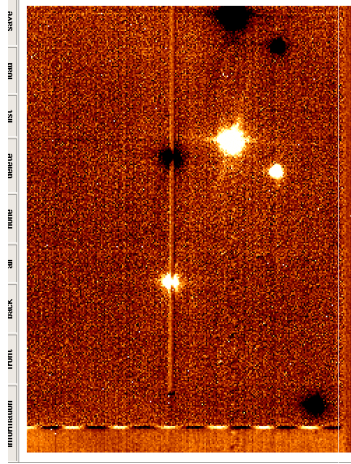
あかり18umソースの40-50%で対応天体を見つけることができる



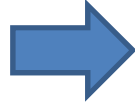
TAOMIR装置のメリット②

同時2視野観測は効果的なのか？

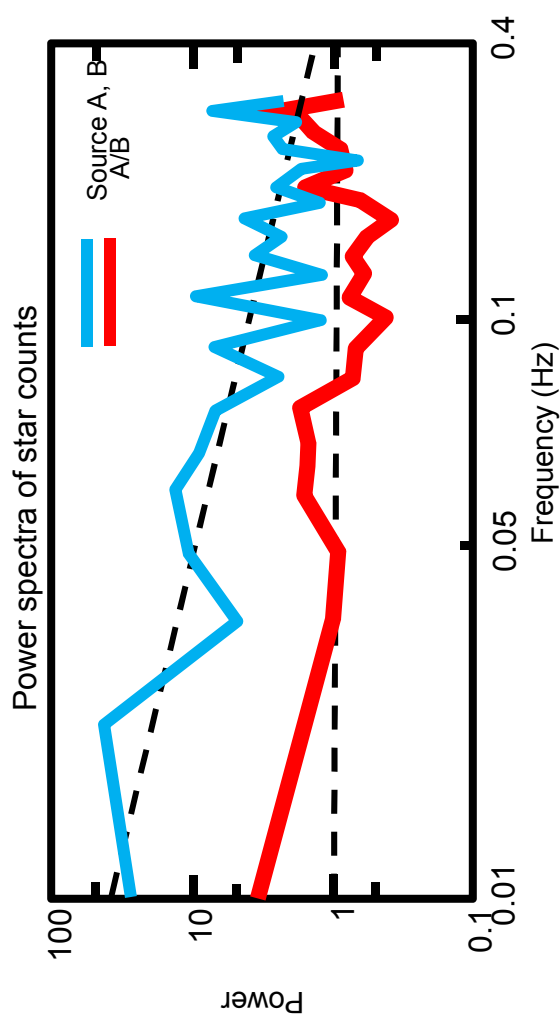
複数天体が写っているCOMICSデータの解析



- ✓ 測光結果の変動は100秒で±10%以上
- ✓ 2天体の測光結果は同期している



(少なくとも) 1arcmin以内では
測光のエラーを下げられる見通し





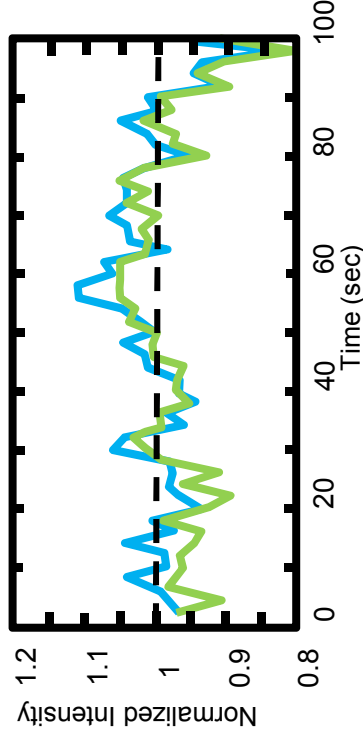
大気補正精度の改善による分光観測の信頼性向上

地上MIR観測では...

- ・標準星の割り算によって大気吸収を補正する
どれぐらい綺麗に割れるかが分光の信頼度を決める
(特にfeature-to-continuum ratioが小さい場合は重要)

・標準星の数は限られており、また望遠鏡駆動に時間がかかるので、そんなに短時間に標準星を観測できるわけではない

・一方、大気吸収量変動は非常に早い



同時観測によって大気吸収の変動の影響を軽減
→ 割り算の信頼度を向上する



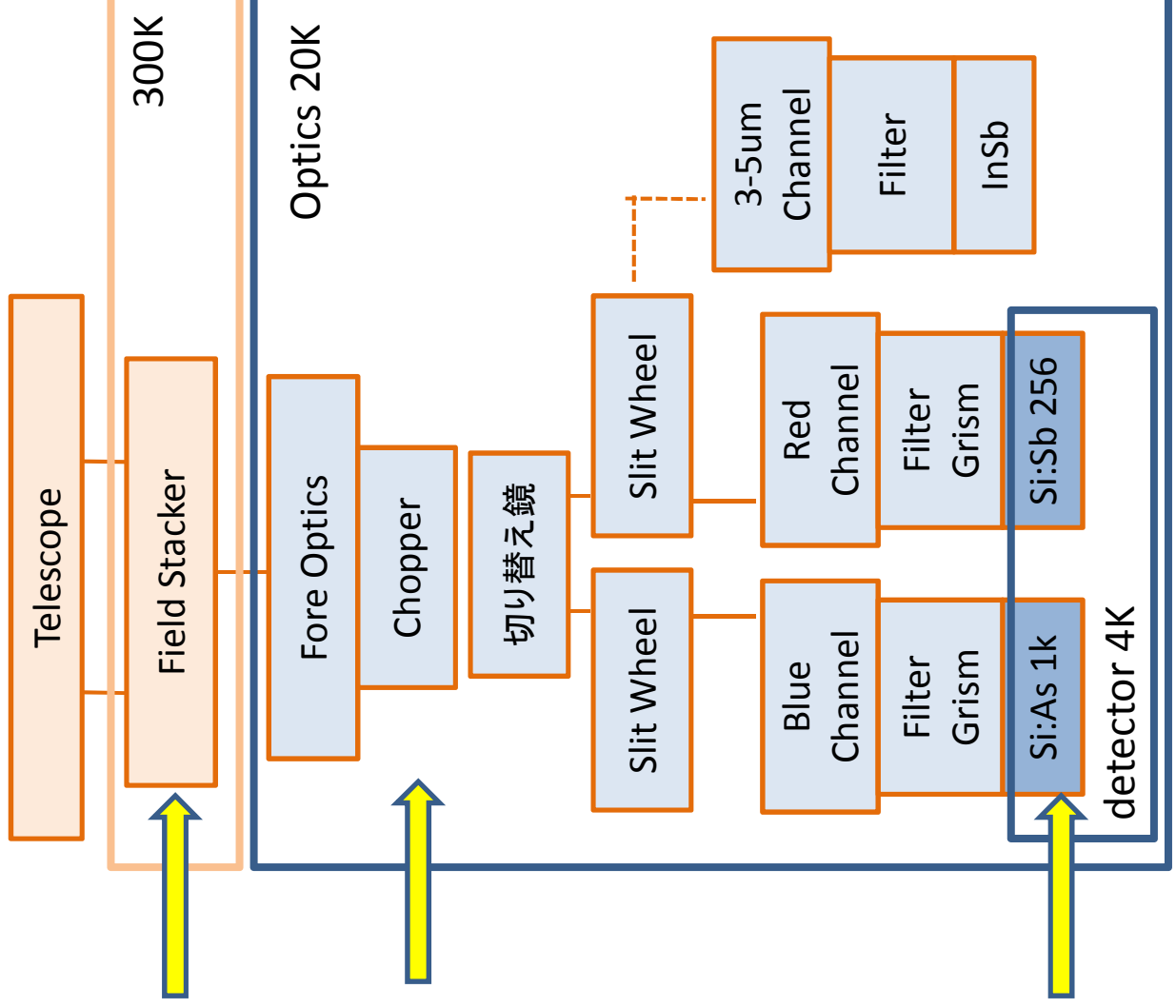
潤沢な観測時間によるモニタ・ToO観測

- ✓ モニタ観測・ToO観測は地上望遠鏡の大きな強み
- ✓ 現デザインではTAO望遠鏡では装置交換を行わない
 - 装置がreadyならばいつでもTAOMIRを使うことができる
 - これまでになく高頻度のモニタや突発天体観測が可能



TAOMIR装置：システム案

ハードウェアシステム ブロック図

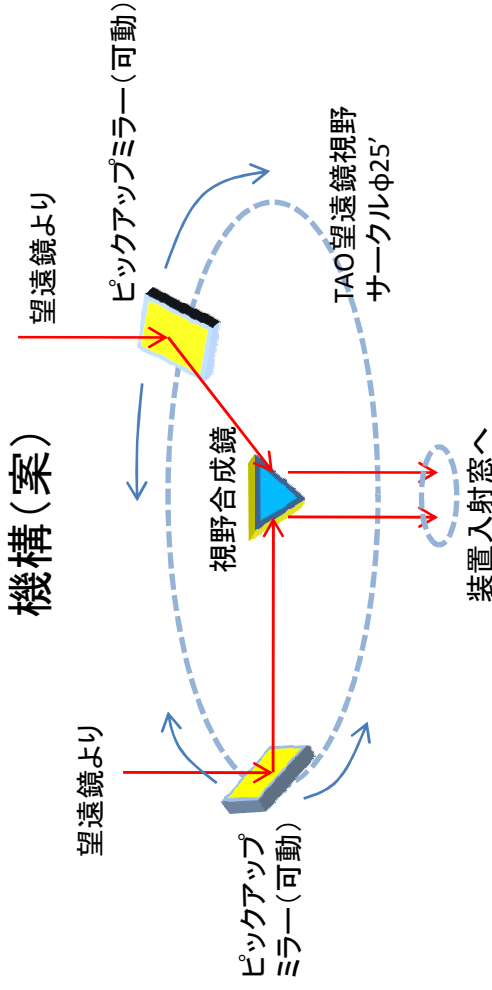




TAOMIR装置：システム案

Field Stacker

同時2視野観測を実現するためのユニット

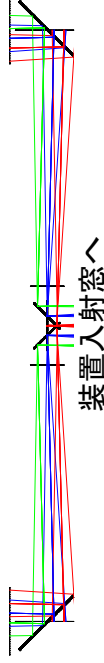


任意の2つの視野(1'x2')を選んでマージし、1つの検出器上に落とす

機械的な難度を下げ信頼性を上げるため、常温部分に設置

※本システムは常温に設置

光学計算の様子



使わないときは退避可能
2'x2'のカメラとして利用



Cold Chopper

チョッピング観測を実現するためのユニット
低温部(20K)に設置
MAX38に搭載されているものをUpgrade



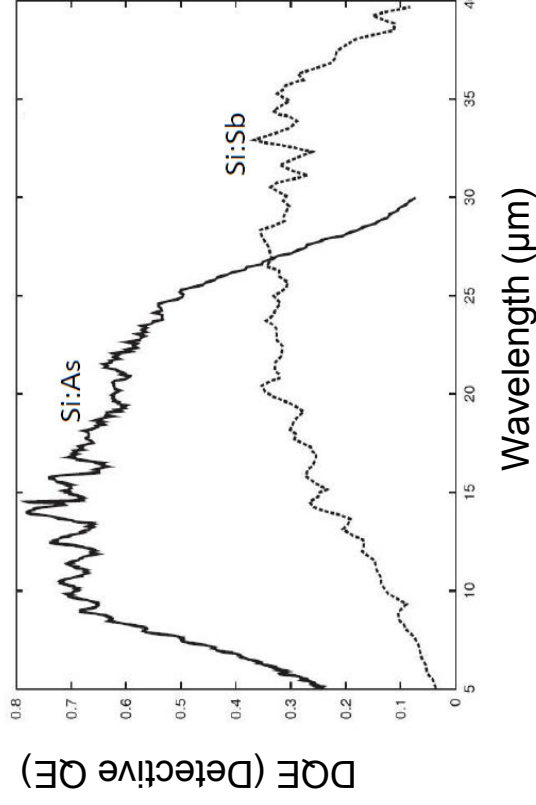
Cold Chopper	
Chopping Frequency	up to 5 Hz
Throw axes	> 30 arcsec 1



TAOMIR装置：システム案

検出器 Si:AsとSi:Sbの2つの検出器を搭載

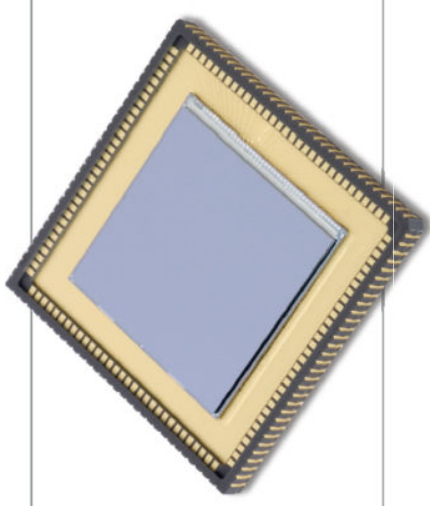
	Si:As	Si:Sb
Wavelength Coverage	6-26um	24-38um
Format	1024x1024	256x256
Pixel Size	30um	50um
F number	8.7	3.6
Pixel Scale	0.11"/pix (6um 回折限界)	0.44"/pix (24um 回折限界)
Field of View	112" x 112"	112" x 112"





TAOMIR装置：システム案

使用する検出器の候補



Raytheon社 Si:As BIB 1024 x 1024検出器
AQUARIUS

Frame rate <150Hz
Well $1.5 \times 10^7 e^-$
Outputs 16 or 64

Data rate 40Mbyte/sec @RAW mode, 50msec/frame
(観測中は常に発生)

参考

Suprime-Cam 8Mbyte/sec (読出し時のみ)
HSC 85Mbyte/sec (読出し時のみ)

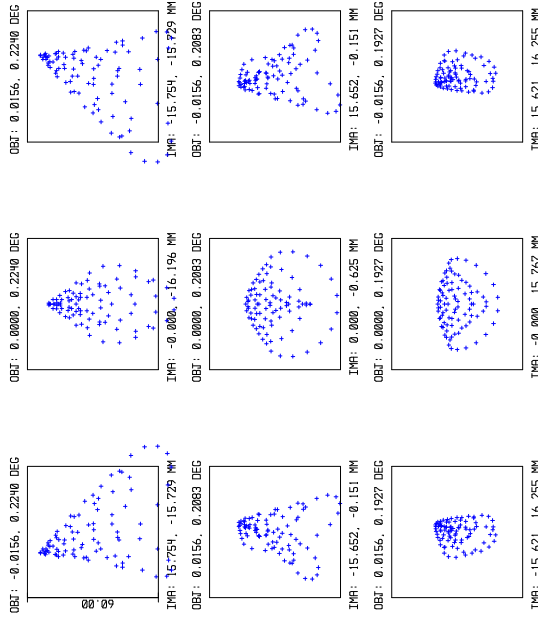


TAOMIR装置：システム案

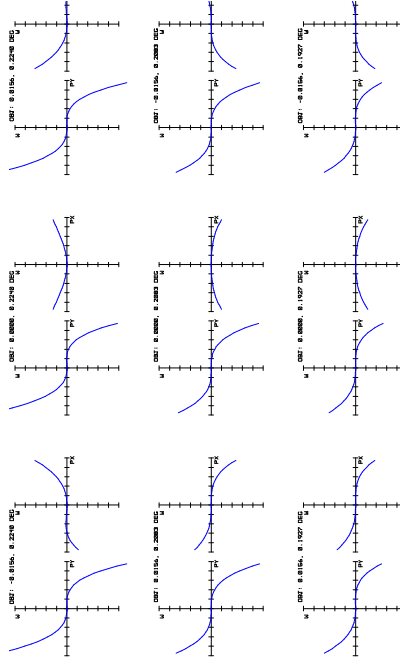
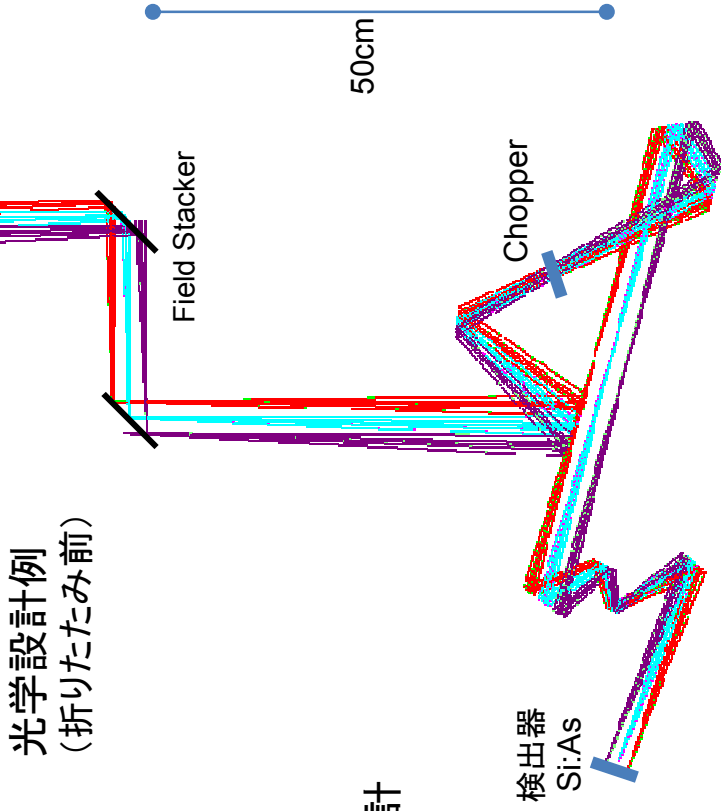
光学系

基本的に反射系で構成
 (30um用Red Channelに
 Siレンズ使用の可能性あり)

Seunghyuk Chang's Theoryに基づく設計
 各要素を2枚組で構成
 SPICA MIR装置と同じ考え



検出器上での幾何的スポット径
 四角は3pixelに相当

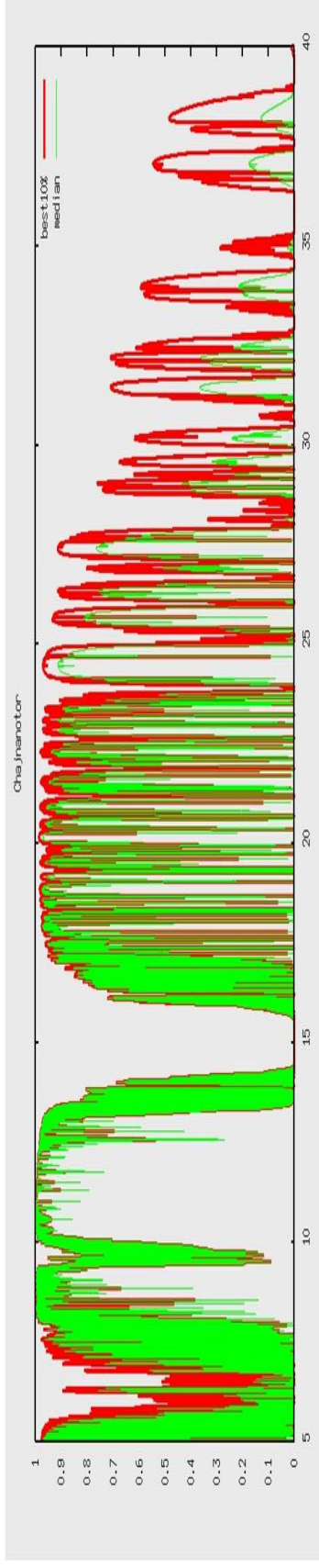


検出器上でのOPD 縦軸は±1umに相当
 ※RMSで±0.25以内ならS>0.9@10um



TAOMIR装置：システム案

分光：グリズムによる低分散分光



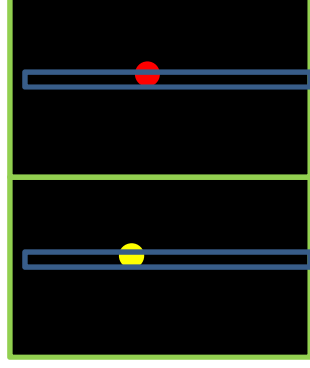
Band-1			
Wavelength	7-14um		
Detector	Si:As		
Slit	0.3" x 110" x2		
Resolution	R~300		



Band-2			
Wavelength	16-26um		
Detector	Si:As		
Slit	0.6" x 110" x2		
Resolution	R~300		



Band-3			
Wavelength	24-38um		
Detector	Si:Sb		
Slit	1.1" x 110" x2		
Resolution	R~250		



両方の視野に対して
スリットを配置
(スリット方向は任意)



TAOMIR装置：到達感度

感度

Sensitivity (1 σ 1sec, point source)		
Wavelength	Imaging (R=10)	Spectroscopy (R=250)
10 μ m	50mJy	250mJy
20 μ m	130mJy	650mJy
30 μ m	200mJy	1Jy
38 μ m	400mJy	2Jy

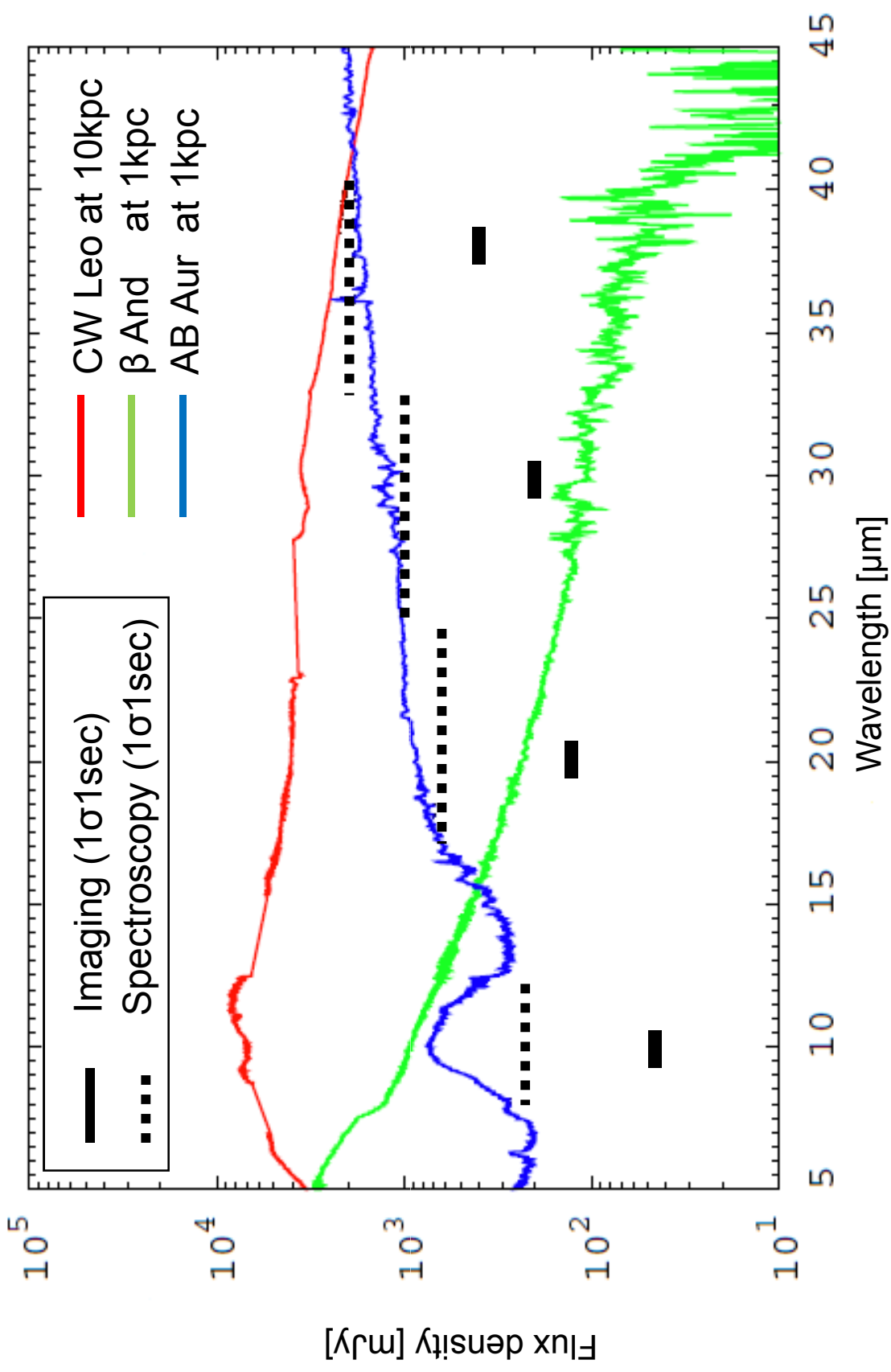
他の地上大型望遠鏡との感度比較

Sensitivity (1 σ 1sec, point source, Imaging R=10)			
	10 μ m	20 μ m	38 μ m
6.5m-TAO	50mJy	130mJy	200mJy
8m-Subaru	35mJy	130mJy	----
8m-VLT	35mJy	480mJy	----

感度はすばるCOMICSとほぼ同等



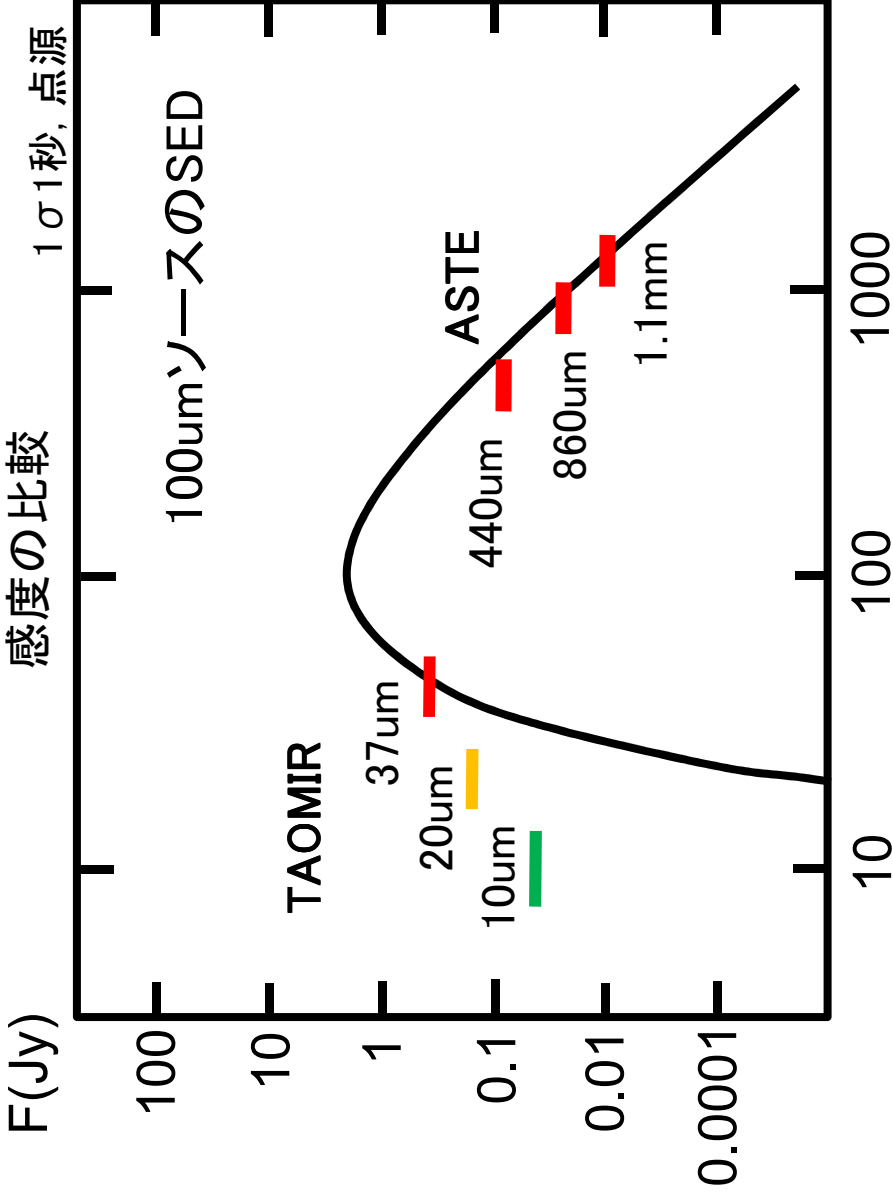
TAOMIR装置：到達感度





TAOMIR装置：到達感度

TAO-ASTEで100 μm ソース



ビームサイズ

TAOMIR = 1.4" @37 μm ASTE = 28" @1.1mm

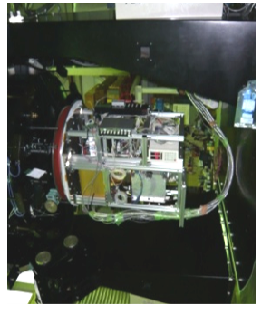
10m-ASTEソースをTAOMIRで高解像度観測



TAOMIR装置スケジュール

2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015

MAX38



miniTAO/MAX38
ファーストライト

TAOMIR



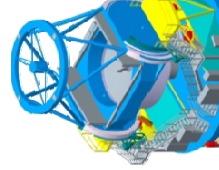
概念設計

室内実験

すばるにて試験観測？

TAOにて観測

TAOMIR
ファーストライト



TAO望遠鏡
完成予定